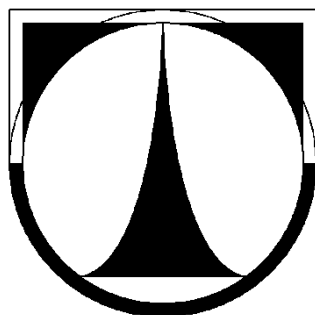


Technická univerzita v Liberci
Fakulta strojní



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2013

Tomáš Kresl

Technická univerzita v Liberci

Fakulta strojní

Katedra výrobních systémů

Obor : Strojírenství
Zaměření : Výrobní systémy

**OCHRANNÉ KRYTOVÁNÍ POUŽÍVANÉ
PŘI STAVBĚ OBRÁBĚCÍCH STROJŮ**

**PROTECTIVE COVERS USED IN THE
CONSTRUCTION OF MACHINE TOOLS**

KVS - VS - 130

Tomáš Kresl

Vedoucí práce : Ing. Petr Zelený, Ph.D.

Počet stran : 37
Počet obrázků : 37

V Liberci 22. 5. 2013

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jméno a příjmení	Tomáš K R E S L
Studijní program	B2341 Strojírenství
obor	2301R030 Výrobní systémy
zaměření	výrobní systémy

Ve smyslu zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách se Vám určuje bakalářská práce na téma:

Ochranné krytování používané při stavbě obráběcích strojů

Zásady pro vypracování:

(uveďte hlavní cíle bakalářské práce a doporučené metody pro vypracování)

Hlavním cílem této práce je provést rešerši a přehled ochranných krytů používaných v oblasti stavby obráběcích strojů. Roztřídění ochranných krytů dle možností použití pro jednotlivé typy obráběcích strojů a definovat moderní trendy v této oblasti.

Doporučené metody pro vypracování:

1. Rešerše či průzkum pevných a pohyblivých ochranných krytů používaných ve stavbách obráběcích strojů.
2. Provést roztřídění a popis ochranných krytů dle typu použití na jednotlivých skupinách obráběcích strojů.
3. Zhodnocení současného stavu a dalšího vývoje konstrukcí ochranných krytů.



Forma zpracování bakalářské práce:

Rozsah původní zprávy cca 40 stran textu včetně příloh. Bakalářská práce včetně příloh bude v elektronické formě přiložena na CD (či DVD) k tištěnému svazku bakalářské práce.

Seznam odborné literatury:

Sborník k bloku přednášek Obráběcí stroje a technologie na EMO, Hannover, 2011, ČVUT

MAREK, J. a kol: *Konstrukce CNC obráběcích strojů*. MM publishing, s.r.o., 2010, ISBN 978-80-254-7980-3

Norma ČSN EN 953+A1 Bezpečnost strojních zařízení – ochranné kryty

Norma ČSN EN 1088+A2 Bezpečnost strojních zařízení – ochranné kryty

Norma ČSN EN 12415 Bezpečnost tvářecích a obráběcích strojů

Norma ČSN EN 13128+A2

Norma ČSN EN ISO 13857 Bezpečné vzdálenosti (dolní a horní končetiny)

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Petr Zelený, Ph.D.

Konzultant bakalářské práce: Martin Maštrla – TOS Varnsdorf




Ing. Petr Zelený, Ph.D.
vedoucí katedry


doc. Ing. Miroslav Malý, CSc.
děkan

V Liberci dne 15. října 2012

Platnost zadání bakalářské práce je 15 měsíců od výše uvedeného data (v uvedené lhůtě je třeba podat přihlášku ke SZZ).
Termíny odevzdání bakalářské práce jsou určeny pro každý studijní rok a jsou uvedeny v harmonogramu výuky.

**TÉMA : OCHRANNÉ KRYTOVÁNÍ POUŽÍVANÉ PŘI STAVBĚ
OBRÁBĚCÍCH STROJŮ**

ANOTACE :

Tato práce se zabývá rešerší a přehledem ochranných krytů používaných při stavbách obráběcích strojů. V práci je proveden popis jednotlivých ochranných krytů včetně jejich vlastností a parametrů. Ochranné kryty jsou rozděleny dle jejich vlastností a způsobu použití na jednotlivých skupinách obráběcích strojů. Součástí práce je také zhodnocení současného stavu a vývoje v oblasti ochranných krytů.

**THEME : PROTECTIVE COVERS USED IN THE CONSTRUCTION
OF MACHINE TOOLS**

ANNOTATION :

The bachelor thesis deals with a background research and an overview of protective covers used in the construction of machine tools. The thesis contains a description of particular covers including their features and parameters. The protective covers are split according to their features and methods of use in particular groups of machine tools. Furthermore, the thesis includes an evaluation of the current state and development in the field of protective covers.

Desetinné třídění :

**Klíčová slova : (KRYTOVÁNÍ, BEZPEČNOST, OBRÁBĚCÍ STROJ,
OCHRANA)**

Zpracovatel : TU v Liberci, Fakulta strojní, Katedra výrobních systémů

Dokončeno : 2013

Archivní označení zprávy :

Počet stran : 37

Počet obrázků : 37

Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím bakalářské práce a konzultantem.

Datum: 22. 5. 2013

Podpis

Poděkování

Chtěl bych tímto poděkovat panu Ing. Petru Zelenému, Ph.D. za odborné vedení mé bakalářské práce a za velmi cenné rady a připomínky.

Dále bych chtěl poděkovat panu Martinu Maštrlovi z firmy TOS Varnsdorf a.s. rovněž za velmi cenné rady a připomínky a za poskytnutí firemních materiálů.

V neposlední řadě bych rád poděkoval mojí rodině za podporu během mého studia.

Obsah

1. Úvod.....	- 8 -
2. Cíle práce	- 8 -
3. Rozdělení ochranných krytů	- 9 -
4. Vnější ochranné kryty	- 10 -
4.1. Kapotáže.....	- 10 -
4.2. Obslužné plošiny.....	- 12 -
4.3. Vezené krytování	- 13 -
4.4. Ochranné ohrazení	- 14 -
4.5. Modulární systém krytování	- 14 -
4.6. Design	- 15 -
5. Vnitřní ochranné kryty	- 18 -
5.1. Kryty pohybující se v jedné ose	- 18 -
5.1.1. Teleskopické kryty.....	- 18 -
5.1.2. Krycí měchy.....	- 23 -
5.1.3. Roletové kryty.....	- 25 -
5.1.4. Článekové zástěny	- 28 -
5.1.5. Stěrače.....	- 29 -
5.1.6. Spirálové kryty.....	- 30 -
5.2. Kryty pohybující se ve dvou osách	- 32 -
6. Vývoj v oblasti ochranných krytů.....	- 33 -
7. Shrnutí.....	- 34 -
8. Závěr	- 35 -
Literatura.....	- 36 -

1. Úvod

Ochranné krytování tvoří důležitou část konstrukce obráběcího stroje. Hlavní funkcí ochranného krytování je ochrana obsluhy a vnitřních pohybových mechanismů stroje, před doprovodnými jevy, které vznikají při obrábění jako například odletující třísky a rozstřikující se chladicí kapalina, které by mohly způsobit zranění obsluhy a poškození pohybových mechanismů. Ochranné kryty také zabraňují přístupu obsluhy k nebezpečným částem stroje, které by mohly způsobit zranění, to jsou hlavně pohyblivé části stroje a části pod elektrickým napětím.

Ochranné kryty se primárně rozdělují na vnější a vnitřní, které mohou být pevné nebo pohyblivé. Vnější kryty oddělují pracovní prostor stroje od vnějšího okolí, jejich hlavní účel je ochrana obsluhy a okolí stroje. Vnitřní kryty oddělují pohybové mechanismy stroje od pracovního prostoru a jejich hlavní účel je v zabránění vnikání třísek, chladicí kapaliny a nečistot k pohybovým mechanismům stroje.

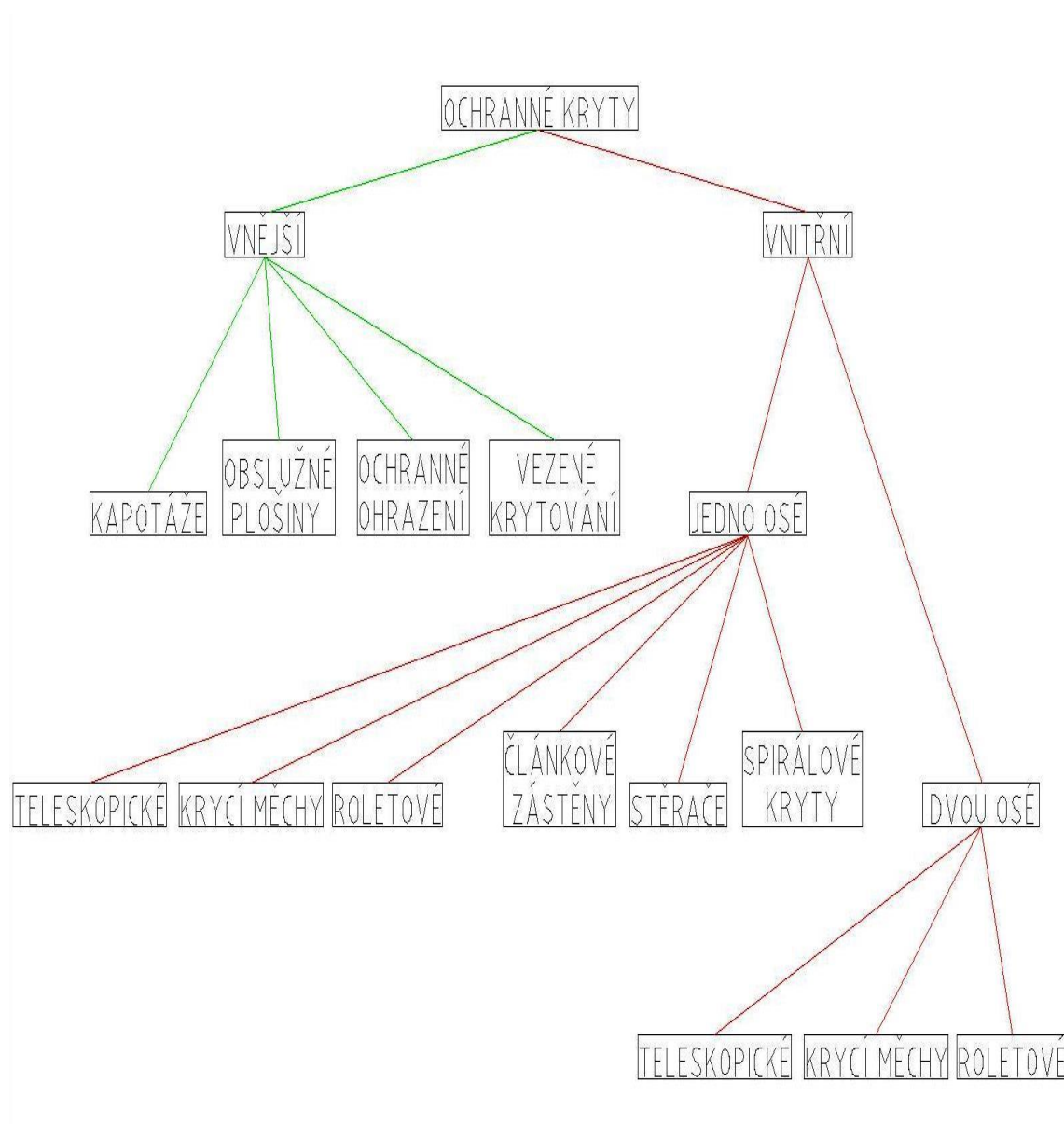
Ochranné kryty musí být konstrukčně navrženy tak aby splňovaly bezpečnostní a ergonomické požadavky a normy a zároveň neomezovali provozní funkce obráběcího stroje. V současné době je důležitým faktorem při návrhu ochranného krytování i kvalitní design.

2. Cíle práce

Cílem této práce je provést rešerši a přehled ochranných krytů používaných při stavbách obráběcích strojů. Práce se bude zabývat roztříděním a popisem jednotlivých ochranných krytů dle typu použití na jednotlivých skupinách obráběcích strojů. Dále bude v práci zhodnocen současný stav a další vývoj v oblasti ochranných krytů.

3. Rozdělení ochranných krytů

Ochranné kryty obráběcích strojů se rozdělují podle funkce a účelu na vnější a vnitřní (obr. 1). Hlavní funkcí vnějších krytů je oddělení pracovního prostoru a nebezpečných částí stroje od vnějšího okolí stroje. Hlavní funkcí vnitřních ochranných krytů je oddělení vnitřních pohybových mechanismů stroje od pracovního prostoru stroje. Podle toho v kolika osách se vnitřní ochranné kryty pohybují, se dělí na jednoosé a dvouosé.



Obr. 1. Rozdělení ochranných krytů

4. Vnější ochranné kryty

Hlavním účelem vnějších ochranných krytů je tvořit rozhraní mezi vnějším okolím stroje a jeho pracovním prostorem. To znamená chránit obsluhu stroje proti jevům, které doprovázejí proces obrábění: odletující třísky, odstříkující chladicí kapalina, hluk. Vnější kryty také zamezují střetu obsluhy s pohyblivými částmi stroje a musí splňovat bezpečnostní normy a další konstrukční požadavky jako jsou kvalitní ergonomie a desing.[1]

4.1. Kapotáže

Kapotáže jsou konstruovány jako samonosné sestavené panely a u strojů menší konstrukce jsou navázány na rám stroje. U velkých strojů je konstrukce kapotáží provedena tak, že je stroj kapotáží obestaven a velká část kapotáže stojí spolu se strojem na betonovém základu.[1]

Většina dnešních obráběcích center využívá plného krytování (obr. 2) u kterého je zaručena maximální ochrana obsluhy. Plné krytování je nutné použít například u obráběcích center na rotační součástky, kde se využívá velkých obvodových rychlostí a vysokotlakého chlazení. Při kterém vznikají v pracovním prostoru velké turbulence, které vedou k velkému znečištění prostoru aerosolem z chladicí kapaliny. Dlouhodobější vystavení člověka účinkům aerosolu vede k nevratnému poškození zdraví.[1]



Obr. 2. Plné krytování [3]

Dále se používají snížené nebo částečné kapotáže a to zejména tam kde z důvodu velkých rozměrů obrobků a manipulace s nimi, není možné použít plné zakrytování stroje. Snížená kapotáž (obr. 3) je konstrukčně shodná s plnou, rozdíl je v tom, že snížená kapotáž je konstruována bez zastřešení. U snížené kapotáže nejsme schopni zajistit úplnou ochranu obsluhy před odletujícími třískami a rozstříkem chladící kapaliny. Výška sníženého krytování je závislá na výšce nebezpečného prostoru a je určena podle normy ČSN EN ISO 13857.[1][2]



Obr. 3. Snížené krytování [4]

Součástí kapotáží jsou také dveře, které umožňují přístup do pracovního prostoru k upínací desce, zásobníku nástrojů atd. Konstrukce dveří musí být navržena tak aby bylo možno manipulovat s obrobkem v pracovním prostoru. Dveře by měly umožňovat i přístup jeřábu pro manipulaci s rozměrnými a těžkými obrobky, toho docílíme odsouváním střešní části dveří. Dveře a ostatní posuvné vnější kryty musí být během probíhajícího výrobního procesu jistěny proti samovolnému otevření nebo otevření obsluhou. Můžou být ovládány manuálně, elektricky či pneumaticky. Vstupní dveře a ostatní části kapotáže kde je vyžadována vizuální kontrola výrobního procesu musí mít průzorová okna z bezpečnostních materiálů. Materiál musí mít zvýšenou odolnost vůči průrazu a jeho destrukce nesmí způsobit ohrožení obsluhy stroje, tyto vlastnosti splňuje polykarbonát.[1]

4.2. Obslužné plošiny

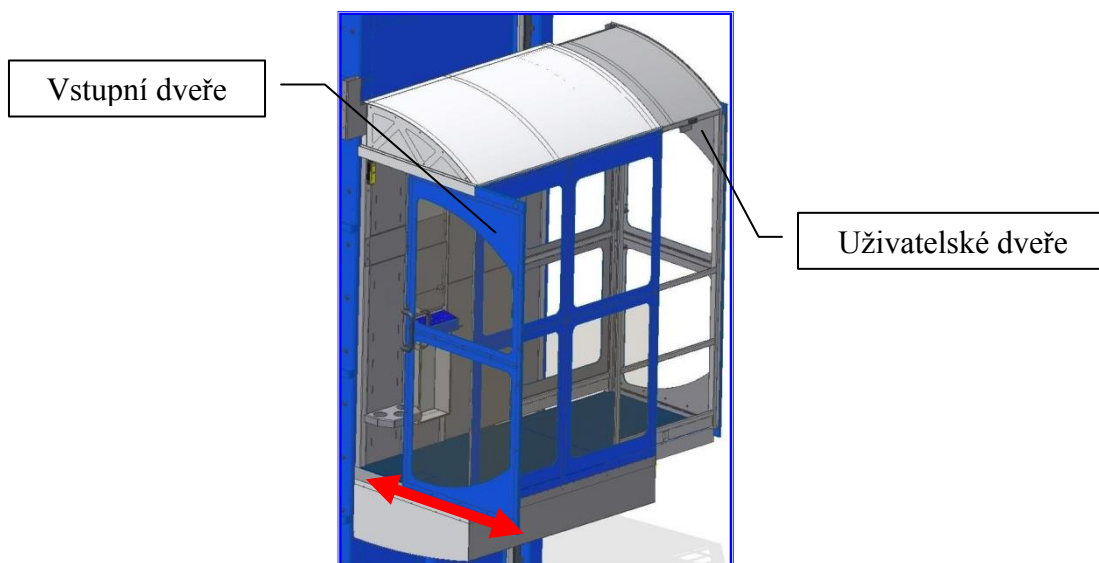
Obslužné plošiny se používají u vodorovných frézovacích a vyvrtávacích strojů. Z plošiny pomocí panelu řídicího systému a pomocného ovládacího panelu řídí obsluha stroj. Plošina (obr. 4) se může pohybovat ve vertikálním i horizontálním směru a umožňuje obsluze plně kontrolovat výrobní proces. Pohyb plošiny je zajištěn pomocí hydraulického systému. [5]

Aby byla zajištěna maximální ochrana obsluhy před odletujícími třískami a rozstříkující kapalinou, je plošina vybavena kabinou. Kabina je ohraničena plechovými stěnami s průhledy z bezpečnostního materiálu (polykarbonát). Dalšími částmi kabiny jsou: střecha, pevná podlaha a dveře. Konstrukce kabiny musí mít dostatečnou mechanickou pevnost a musí odolat silám, které se vyskytují při běžném provozu. [5]



Obr. 4. Obslužná plošina na stroji WHN 13 CNC [6]

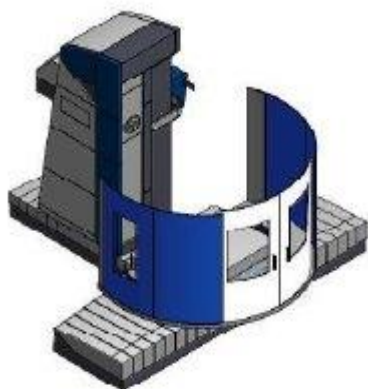
Přístup do kabiny je ze zadní části po pevných nezávislých schůdcích a přes ručně ovládané posuvné vstupní dveře, které jsou vybaveny bezpečnostním elektrozámek, který umožňuje z bezpečnostních důvodů otevření dveří pouze v určitém režimu stroje. Druhé uživatelské dveře jsou v přední části kabiny směrem do pracovního prostoru stroje. Uživatelské dveře nám umožňují přístup do pracovního prostoru například při výměně a seřízení nástroje. Uživatelské dveře jsou také vybaveny bezpečnostním elektrozámek. Konstrukce dveří (obr. 5) je také z plechu jako stěny kabiny a průzory jsou z polykarbonátu. [5]



Obr. 5. Dveře [5]

4.3. Vezené krytování

U vodorovných frézovacích a vyvrtávacích strojů zajišťuje ochranu obsluhy stroje obslužná plošina s kabinou. V některých případech potřebujeme zajistit i ochranu okolí stroje před vlivy obráběcího procesu (odletující třísky, odstříkující chladicí kapalina). V tomto případě můžeme použít vozenou kabinu (obr. 6), která je vozená na saních stolu a vymezuje kolem stolu chráněný prostor. Kabina je bez zastřešení a směrem ke stroji je otevřená, na straně do prostoru má ručně otvírané dveře s průhledy z polykarbonátu. Kabina nezajišťuje úplnou ochranu před rozletem třísek a kapaliny i v případě použití kabiny existuje zbytkové riziko rozletu třísek a chladicí kapaliny. [7]



Obr. 6. Vozená kabina [7]



Obr. 7. Ochranné ohrazení [1]

4.4. Ochranné ohrazení

Ochranná ohrazení (obr. 7) neboli ochranné ploty se používají k zamezení přístupu k nebezpečným částem stroje, jako jsou například zásobníky nástrojů, elektrické části stroje, které jsou pod napětím. Přístup do těchto částí stroje by měl být umožněn pouze v případě klidového stavu stroje, jinak by mohlo dojít k ohrožení zdraví člověka. Proto by měla být přístupová část ochranného ohrazení elektricky jištěna proti otevření při chodu stroje. Ochranné ploty se také mohou použít jako bezpečnostní bariera okolo obráběcího stroje, ale neslouží jako ochrana před odletujícími třískami a rozstříkující se chladicí kapalinou. [1]

4.5. Modulární systém krytování

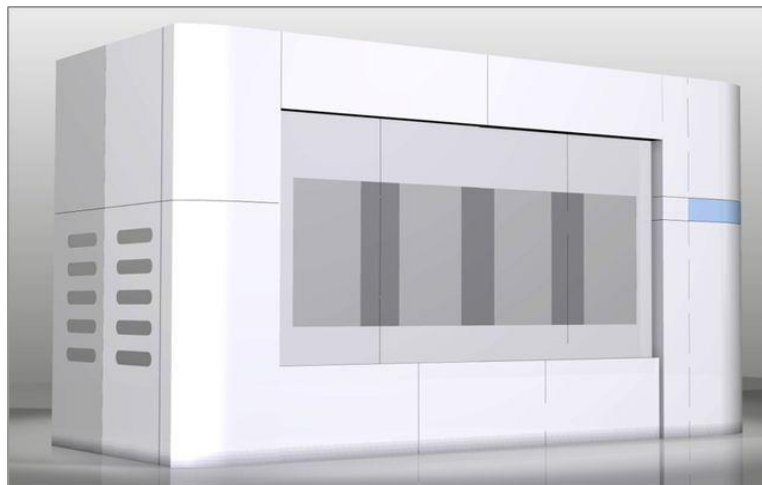
Vnější kryty a kapotáže jsou konstruovány jako samonosné konstrukce ze vzájemně spojovaných panelů. Při takovéto konstrukci se nabízí možnost navrhnout systém základních modulů panelů (obr. 8), ze kterých by byla možnost sestavovat různá provedení krytování strojů. Účelem modulárního systému je vytvoření systému několika prvků a jejich vzájemnými kombinacemi vytvářet charakteristické tvarové řešení krytů.[8]

Modulární systém uvažuje klasickou výrobní technologii krytů z ocelových plechů a zaměřuje se na možnost navrhnout systém s dostatečnou tvarovou variabilitou. Princip přiznaných technologických spár spojovaných panelů je jeden z typických znaků systému krytování. Výrazným vizuálním prvkem krytování je síť vhodně navrženého dělení ploch, která přináší i praktické výhody. Tímto způsobem je odstraněno technologicky náročnější spojování velkých ploch navařováním plátů plechu a krytování vzniklých přechodů, které je používáno v jiných případech stavby krytů. A máme možnost spojovat panely, které jsou již nabarvené a snadno tak vytvářet různá barevná provedení krytů stroje. [8]



Obr. 8. Varianty panelů: (1) Plochý (2) Zaoblený na velký poloměr (3) Přechodový zaoblený (4) koncový panel se sražením (5) Doplnkový panel s profilovou výplní [8]

Použití zaoblených bočních panelů (obr. 9) zvyšuje bezpečnost při pohybu obsluhy v okolí stroje a potlačuje psychologicky nepříznivý vliv ostrých hran na obsluhu. [8]



Obr. 9. Použití panelů [9]

Vývoj modulárního systému dále pokračuje s cílem sestavit konečný počet typových a rozměrových variant panelů. Samonosná konstrukce montovaných panelů se podle provedených studií jeví jako vhodný základ systému, ve kterém můžeme dosáhnout tvarové variability sestavených celků při omezeném počtu základních tvarových variant panelů. Producentům obráběcích strojů se prostřednictvím modulárního systému nabízí možnost kompletního řešení krytování strojů s charakteristickým designem. [8]

4.6. Design

V dnešní době se u obráběcích strojů stále více posiluje uplatnění průmyslového designu. Design je velmi účinným prostředkem v prostředí velké konkurence firem produkující obráběcí stroje, který dodává firmám jednotný vnější výraz a posiluje jejich postavení na trhu. U obráběcích strojů jsou hlavními užitnými vlastnostmi funkčnost a výkon, ale platí, že stroje s dobrým designem mají daleko větší šance uspět na trhu. Kvalitní design je výsledek úzké spolupráce konstruktérů a výrobních technologií s designéry. Kvalitní design je projevem spojení funkčních kvalit stroje s jeho výtvarně zpracovaným tvarováním. Cílem designu je i vytvoření kvalitní ergonomie a takového

pracovního prostředí pro obsluhu, které bude pozitivně působit na pracovní soustředěnost a umožní obsluze spolehlivé ovládání stroje. [10]

Kvalitně zpracovaným designem disponují stroje od firmy DMG. Jejich řada obráběcích strojů Ecoline (obr. 10) se prezentuje svým progresivním designem, který charakterizuje originální přístup v použití velkoplošného zasklení čelní strany stroje a zobrazování digitálních informací na čelní stěně (obr. 11). Řada Ecoline se také prezentuje precizním zpracováním detailů v grafickém a materiálovém podání. [10]



Obr. 10. Frézka 1035 V Ecoline [10]



Obr. 11. Informační grafika [10]

Zajímavé designové provedení představuje kabina horizontálního frézovacího stroje Power Force 8 od firmy SHW (obr. 12). Se svojí velkou nedělenou plochou čelního skla kabiny, které je největším válcovým bezpečnostním sklem vyrobeném v Evropě. Tvarový návrh kabiny vytvořila německá firma Haslach, která je producentem krytování pro firmu SHW. [10]



Obr. 12. Kabina operátora [10]

Firma TOS Varnsdorf se rozhodla vytvořit novou koncepci designu svých strojů. Všechny stroje z produkce TOS Varnsdorf budou vyráběny v jednotném stylu designu. TOS Varnsdorf vyrábí stroje stojanové, deskové a stolové, které bývají krytované pouze částečně a obráběcí centra řady TOStec, které mají plné krytování. Jednotný styl designu všech strojů musí být navržen tak, aby ho bylo možné aplikovat na různé typy krytování strojů. Ukázka designu TOS Varnsdorf je na (obr. 4). [10]

V současném designu obráběcích strojů se ukazují některé nové, výrazné znaky:

- Velkoplošná zasklení a tmavé lesklé plochy z polykarbonátu
- Aplikace povrchů s efektem broušené nerez oceli
- Uplatnění plastických hmot na prostorové tvarování detailů
- Barevná řešení s výrazným kontrastem tmavé a světle šedé [10]

5. Vnitřní ochranné kryty

Účelem vnitřních ochranných krytů neboli krytů vnitřních pohybových mechanismů obráběcího stroje je zamezení vniknutí nečistot, třísek vzniklých při obrábění a chladicí kapaliny do pohybových mechanismů stroje. Vnitřním krytováním se zamezí nadměrnému opotřebení kluzného nebo valivého vedení a tím se zvyšuje životnost těchto důležitých konstrukčních částí stroje. Vnitřní kryty musí mít malou hmotnost a malé pasivní odpory, aby neovlivňovaly dynamiku pohybové osy stroje. Vnitřní krytování plní i bezpečnostní úlohu protože zamezuje přístupu obsluhy k pohyblivým částem stroje, kde by mohlo dojít k úrazu. [11][12]

Vnitřní kryty dělíme na:

- Kryty pohybující se v jedné ose
 - Teleskopické kryty
 - Krycí měchy
 - Roletové kryty
 - Člákové zástěny
 - Stěrače
 - Spirálové kryty
- Kryty pohybující se ve dvou osách [11,13]

5.1. Kryty pohybující se v jedné ose

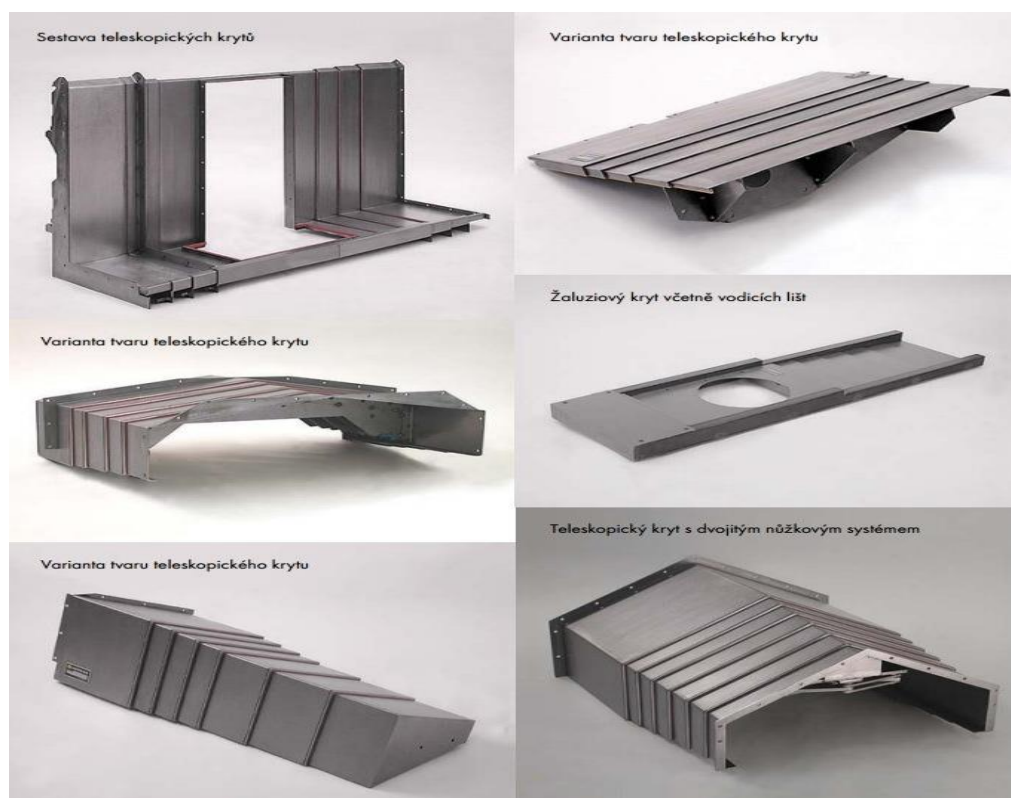
Jsou podle druhu konstrukce vyráběny z ocelových plechů, lehkých kovů, vytvrzených vláken, pryže, umělých tkanin a plastů. Kryty pohybující se v jedné ose chrání pouze jeden směr pohybu stroje. Je-li u stroje více pohybových os, u kterých je potřeba použít krytování vedení, musí být každá tato osa opatřena svým vlastním krytem. [11]

5.1.1. Teleskopické kryty

Teleskopické kryty jsou nejvíce používaným typem krytování pohybových os stroje. Svou konstrukcí jsou určeny k maximální ochraně lineární pohybové osy. Mají robustní konstrukci, která chrání pohybovou osu před žhavými třískami vzniklými při obrábění, chladicí kapalinou a těžkým břemenem, které může dopadnout na jinak

nechráněný pojezd. Krajní díl teleskopického krytu může být uzpůsoben tomu, aby se na něj mohla obsluha při seřizování stroje postavit. [11][14]

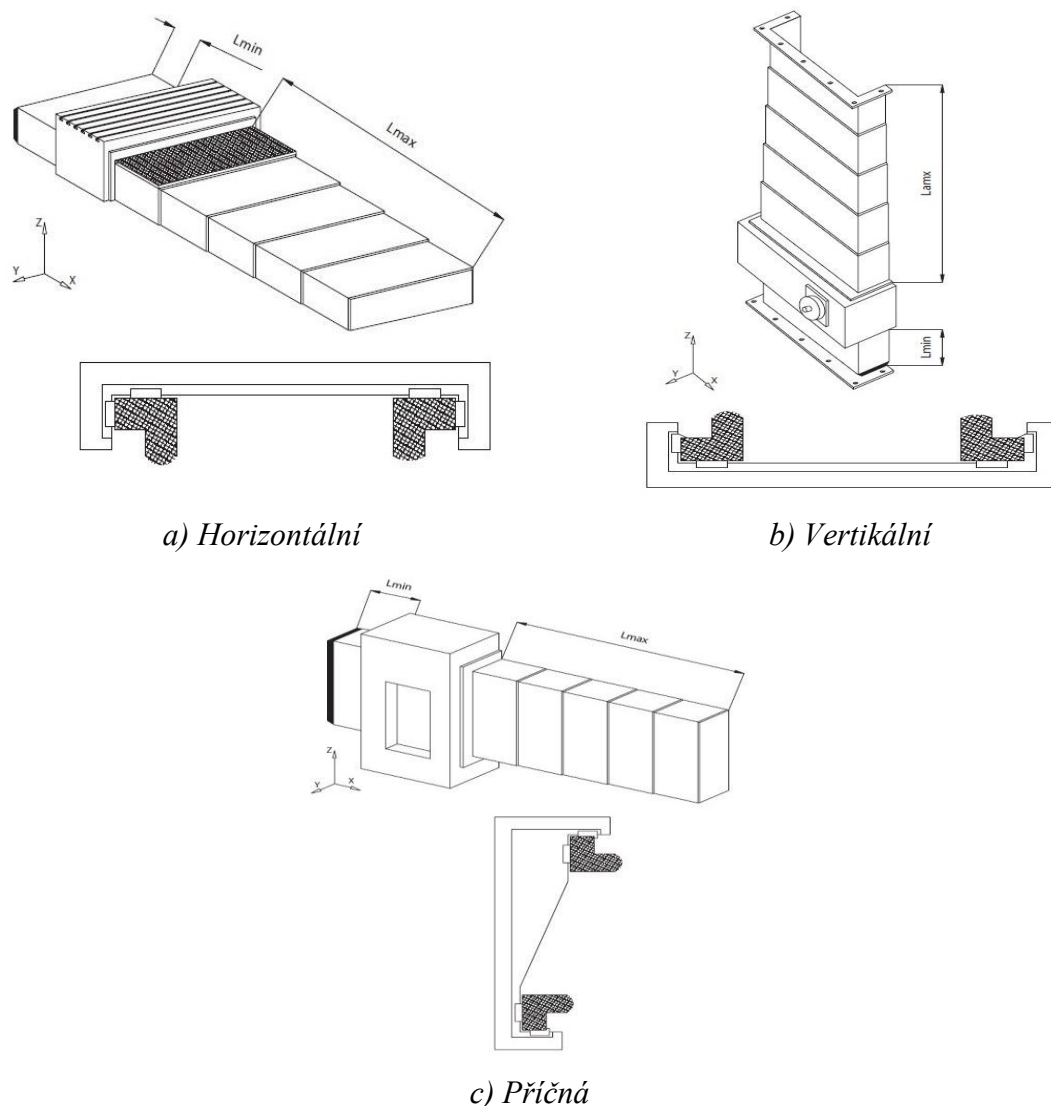
Teleskopické kryty se skládají z plechových dílců, které jsou zohýbané do požadovaného tvaru. Dílce se po sobě posouvají při pohybu suportu nebo stolu obráběcího stroje, ke kterým jsou svými konci připevněny. Dílce bývají nejčastěji vyráběny z ocelových plechů, ale mohou být použity i plechy z nerezové oceli nebo hliníku. Tloušťka plechu se standardně pohybuje od 1,5 mm do 3 mm. Tvar krytu (obr. 13) musí být navržen tak, aby kopíroval prostor vyplněný součástmi stroje, které má chránit, musíme také zohlednit umístění krytu na stroji i působení gravitace. Tvar krytu (sklon) v místě kde se můžou hromadit třísky, určuje směr jejich odvodu. Přestože jsou díly vyráběny z plechů, musí být vyříznuty a ohnuty s velkou přesností a nesmí docházet k nežádoucím deformacím mimo místa ohybu. [1][11][14]



Obr. 13. Tvarové varianty teleskopických krytů [15]

Při návrhu teleskopického krytu musíme vzít do úvahy jeho pracovní pozici a to především z důvodu tvaru a typu vodících elementů. V horizontální pracovní pozici (obr. 14a) je teleskopický kryt přitlačován vlastní vahou na vedení, proto v tomto případě nehrozí samovolné vybočení z pojezdu. Ve vertikální pracovní pozici teleskopického krytu (obr. 14b) je potřeba zabránit pohybu krytu v horizontální ose,

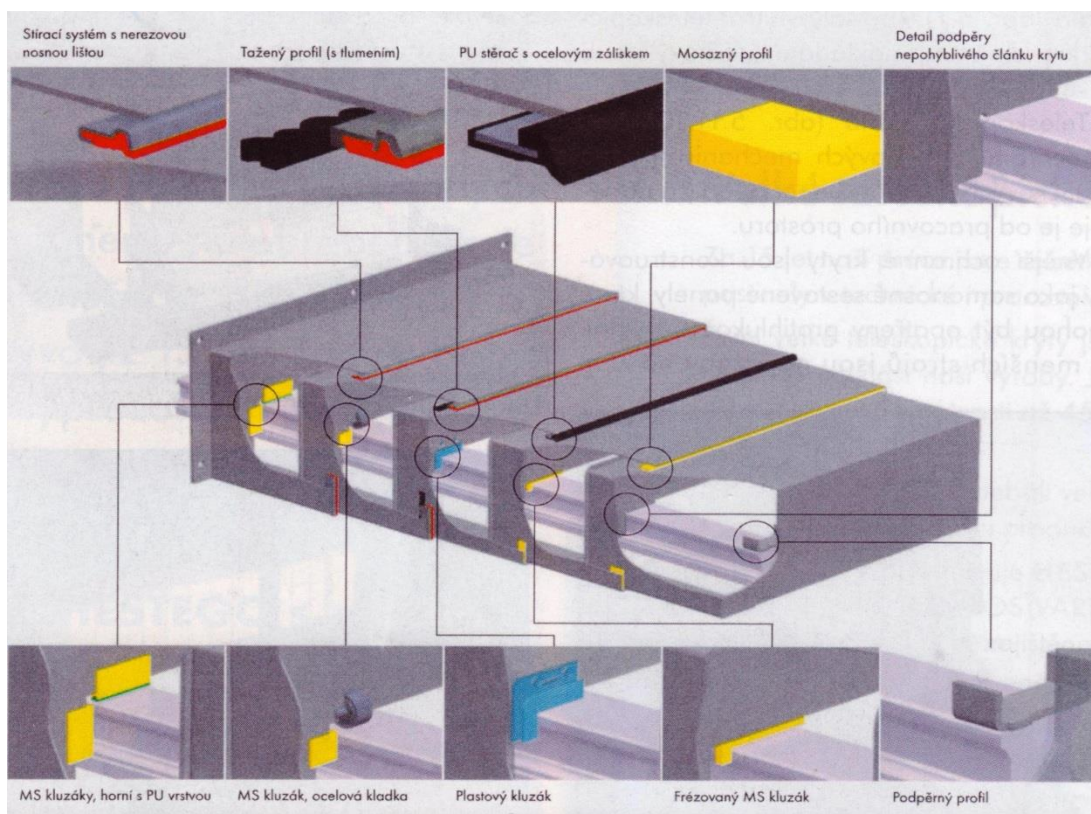
aby nedošlo k samovolnému uvolnění krytu z předem definovaného pojezdu. Tato zásada platí i pro příčnou pracovní pozici teleskopického krytu (obr. 14c). [14]



Obr. 14. Pracovní pozice teleskopického krytu [14]

Protože jsou teleskopické kryty vyrobeny z plechů, nemají obvykle vlastní vedení. Nedokážou samy zachovávat neměnný geometrický tvar a během pohybu by docházelo k přičení, proto jsou nejčastěji vedeny po rámu stroje. Způsob jakým je kryt veden po rámu stroje se volí s ohledem na hmotnost, pracovní pozici, rychlost a zrychlení a celkovou konstrukci obráběcího stroje. Teleskopický kryt má na každém svém dílu připevněn kluzák nebo vodící rolnu. S jejich pomocí je teleskopický kryt podepírán po celé své délce při vysouvání nebo zasouvání. V některých případech může být použita kombinace kluzáku a vodící rolny. Příklady provedení vedení jsou zobrazeny ve spodní části (obr. 15). Vodící rolny se zpravidla používají do těch míst teleskopického krytu, které nesou vlastní tíhu celého krytu a zajišťují posun krytu po lineárním pojezdu.

Vodící rolny se také používají při velkých posuvových rychlostech a zrychleních teleskopického krytu. Kluzáky mají za úkol vést kryt v ose pohybu a zabránit nežádoucímu pohybu krytu do stran. Používají se zejména v případech, kdy teleskopický kryt nepracuje ve velkých posuvových rychlostech a zrychleních a zároveň použití kluzáků dovozuje celková konstrukce vedení. Kluzáky se vyrábějí z mosazi nebo plastu nebo může být kluzák kombinovaný například mosazný kluzák s vrstvou polyuretanu. Jako pomocné boční vedení se mohou použít samovodící kluzné lišty, které nenahrazují plně boční kluzáky, ale napomáhají správnému pohybu teleskopického krytu po lineárním pojezdu stroje. [1][14]



Obr. 15. Varianty vedení a stěračů [1]

Aby bylo zabráněno vnikání nečistot (třísek, chladicí kapaliny) mezi jednotlivé plechové díly a tím nedocházelo k průniku nečistot k pohybovému ústrojí osy stroje, kde by přítomností nečistot mohlo docházet k nadměrnému opotřebení vodících lišt nebo kuličkového šroubu, jsou jednotlivé plechové díly po obvodu opatřeny stěrači. Stěrače neboli stírací lišty se nejčastěji vyrábějí z polyuretanu nebo ze syntetické pryže, která odolává chladicí kapalině. Jejich konstrukční provedení (obr. 15) závisí především na relativní rychlosti jednotlivých dílů, agresivitě chladicí kapaliny a na nečistotách. Konstrukčně i výrobně je návrh profilu stěrače poměrně složitá záležitost, vzhledem k tomu, že je to díl s velmi malou plochou průřezu a s velkou tvarovou složitostí.

Stěrače musí mít dobré kluzné vlastnosti a zároveň musí být odolné proti abrazivnímu opotřebení. [1][11]

Při pohybu jednotlivých dílů teleskopických krytů, které na sebe vzájemně naráží, vznikají trhavé pohyby. Trhavé pohyby a velká hmotnost jsou hlavní nevýhody teleskopických krytů. Protože je žádoucí, aby se jednotlivé díly teleskopického krytu pohybovaly rovnoměrně bez trhavých pohybů je nutné je eliminovat (tlumit). Při nízkých posuvových rychlostech se trhavé pohyby tlumí samovolně díky působení třecích sil. Při vyšších posuvových rychlostech musí být teleskopické kryty opatřeny tlumiči nebo rozvíracím nůžkovým mechanismem. Pro pohybové rychlosti do 50 m/min a pro kryty nižších hmotností se k tlumení rázů používají tlumiče. V případech kde je potřeba tlumit velké rázové síly se jako tlumiče používají kladky, které jsou upevněny na ocelových ramenech opatřených pružinami. Vlivem stlačení pružiny na konci ramene, dochází při nárazu k tlumení soustavy pohybujících se dílů teleskopického krytu. Dále se používají tlumiče, které jsou vyrobené ze speciální pěnové hmoty Celesta. Jedná se o jednodušší způsob tlumení rázů, který se používá pro menší rázové síly. Pro velké pohybové rychlosti od 50 m/min do 140 m/min se pro udržení rovnoměrného a plynulého chodu teleskopického krytu používá rozvíracího nůžkového mechanismu (obr. 16). Pomocí nůžkového mechanismu získávají jednotlivé díly teleskopického krytu mezi sebou vzájemnou mechanickou vazbu. Všechna ramena nůžkového mechanismu se rozevírají současně a rovnoměrně. Připojením všech dílů teleskopického krytu ke kloubům nůžkového mechanismu, zajistíme pomocí mechanické vazby rovnoměrné vysouvání všech dílů, tím pádem eliminujeme vzájemné nárazy těchto dílů. [11][16]



Obr. 16. Rozvírací nůžkový mechanismus [15]

5.1.2. Krycí měchy

Krycí měchy (obr. 17) jsou lehký a spolehlivý způsob krytování horizontálních, vertikálních a příčných pohybových os stroje. Svojí nízkou hmotností jsou vhodné pro velké pohybové rychlosti (až 120 m/min) a zrychlení lineární osy stroje. Krycí měchy se nejčastěji vyrábějí z vícevrstvých umělých tkanin nebo pryže. Materiál použitý pro výrobu krycího měchu musí splňovat vlastnosti, které budeme požadovat u konkrétního obráběcího stroje. U obráběcích strojů využívajících třískovou technologii obrábění je žádoucí, aby byl materiál krycího měchu odolný vůči řezné kapalině. U strojů pracujících s vodním paprskem je žádoucí voděodolnost. U strojů pracujících s laserovým paprskem je požadována odolnost vůči vysokým teplotám až do 1000°C a samouhasitelnost. Velkou odolnost proti vysokým teplotám má kevlar. Jako materiály odolné řezným kapalinám se používají kombinace polyesteru s polyuretanem či neoprenem. [11][14][17]



Obr. 17. Krycí měchy [17]



Obr. 18. Krycí měchy s lamelami [17]

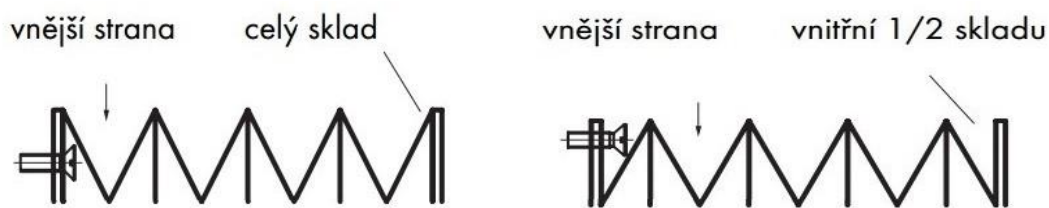
Krycí měchy svým tvarem připomínají tahací harmoniku. Výhodou krycích měchů je velká přizpůsobivost požadavkům aplikace. Při navrhování lze tvar krycího měchu přizpůsobit pracovnímu prostoru stroje, tím odpadá nutnost úprav stroje, na kterém bude krycí měch umístěn. Nevýhodou krycích měchů je, že nemohou být použity v případech, kde by hrozilo velké zatížení jeho povrchu, například od obrobku, nástroje nebo od obsluhy. [11][14][16]

Krycí měchy se vyrábějí v mnoha tvarových variantách, nejčastější jsou profily: žaluziový, U-profil, uzavřený profil a kruhový profil. Vyrábějí se i jiné profily krycích měchů, například profil střešového tvaru či profil se zkosením, které se používají pro lepší stékání řezné kapaliny z povrchu měchu. Tvar krycího měchu určují nosné rámečky vyrobené z PVC, které jsou připevněny mezi švy ke každému spoji krycího

měchu. Nosné rámečky zajišťují udržení krycího měchu v rovnoměrném a pevném tvaru, slouží také jako vedení krycího měchu, svou vnitřní plochou se pohybují po rámu stroje. V případech kde měch svojí konstrukcí přesahuje mechanické a nosné vlastnosti rámečku z PVC, lze pro vedení měchu použít kluzáky nebo rolly, které jsou pevně spojeny s nosným rámečkem. Když je konstrukce měchu tak robustní že nosné rámečky nejsou schopné zajistit tvarovou stálost je možnost vybavit krycí měch rozvíracím nůžkovým mechanismem, tento způsob nám zajišťuje rovnoměrné roztahování jednotlivých skladů měchu a zároveň zabraňuje maximálnímu roztahování měchu a tím i jeho poškození. Nůžkový mechanismus je připevněn na ocelových rámech, které jsou vloženy do krycího měchu místo nosných rámečků z PVC. [11][14]

Při použití krycího měchu v prostředí, ve kterém se vyskytují žhavé a ostré, kovové třísky by mohlo dojít k poškození měchu. Proto je možné krycí měch vybavit lamelami z lehkých kovů či z nerezové oceli, které jsou schopné efektivně ochránit měch proti žhavým či ostrým třískám. Lamely (obr. 18) se připevňují na hřbetovou stranu měchu zvlášť ke každému švu. Lamely mohou být uloženy pevně (nevýklopné) nebo pohyblivě (výklopné). Pohyblivé lamely se otáčejí až o 90° vůči své pracovní pozici. Používají se zejména u krycích měchů pracujících ve vertikální pozici. Ve staženém stavu měchu jsou lamely vyklopeny a roztahováním měchu se svou vlastní vahou dostávají do své standardní pozice a chrání krycí měch. Pevné lamely jsou pevně připevněny k hřbetnímu profilu měchu a nemohou se otáčet, používají se u krycích měchů pracujících v horizontální, příčné a vertikální poloze. U měchů pracujících v příčné poloze je dokonce nutnost použít pevně uložené lamely, protože výklopné lamely by se vlivem zrychlení posuvu stavěly do kolmé pozice vůči měchu a docházelo by k odkrytí měchu. [11][14]

Zakončení měchu a jeho upevnění na lineární posuv může být realizováno více způsoby. První je pomocí koncových přírub (obr. 19), kterými je měch opatřen. Příruby se vyrábějí z plechu nebo plastu a ke stroji se připevňují pomocí šroubů. Druhý způsob je pomocí suchého zipu (obr. 20), který plní funkci rozebíratelného spoje. Díky suchému zipu je velmi snadná výměna krycího měchu, který lze jednoduše odebrat a následně připevnit zpět. U připevnění pomocí suchého zipu je nevýhoda, že je vhodný pouze do suchého prostředí, ve vlhkém prostředí ztrácí adhesivní vlastnost a je nefunkční. Další způsob je připevnění pomocí druků (obr. 21). Všechny způsoby upevnění krycího měchu umožňují snadnou montáž a demontáž. [11][14]



Obr. 19. Upevnění pomocí koncových přírub [17]



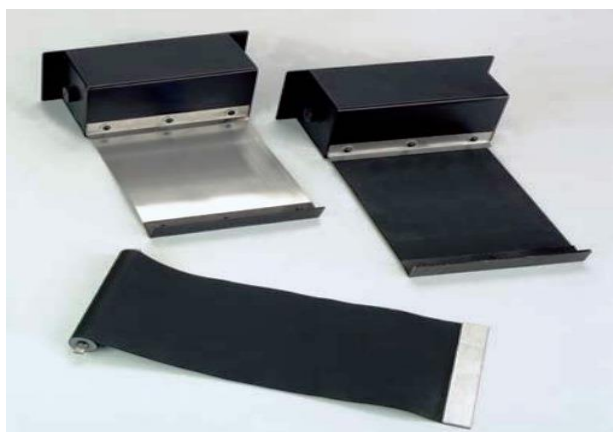
Obr. 20. Upevnění suchým zipem [17]



Obr. 21. Upevnění druky [17]

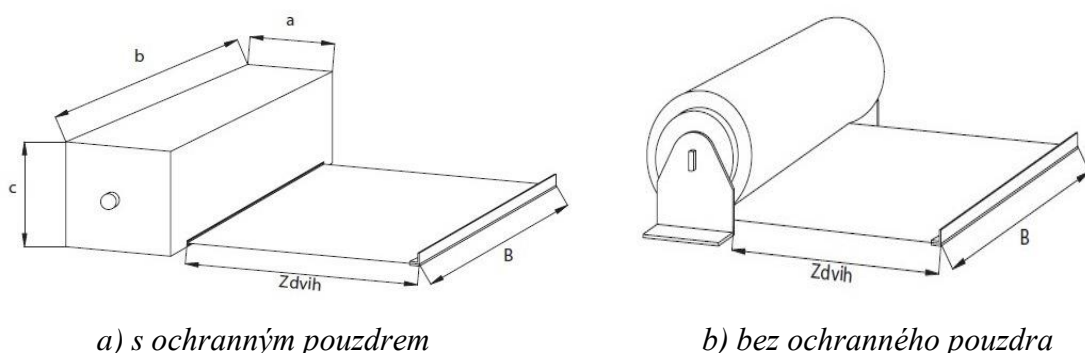
5.1.3. Roletové kryty

Roletové kryty (obr. 22) mají podobně jako krycí měchy malou hmotnost a jsou tedy vhodné pro použití při velkých posuvových rychlostech (až 120 m/min). Výhodná je jejich jednoduchá montáž a prostorová nenáročnost. Nevýhodou nízká odolnost vůči vnějšímu zatížení a menší těsnost. Použity mohou být ve vertikální, horizontální a příčné poloze. Skládají se z válcového bubnu s vnějším či vnitřním pružinovým pohonem, na němž je navinut pás. Volný konec pásu je upevněn k pohyblivé části stroje a je odvíjen či navíjen z bubnu lineárním pohybem pohyblivé části. Zpětné navíjení pásu na buben zajišťuje pružinový pohon což, je pružina, která se napíná při odvíjení pásu z bubnu. Pás se vyrábí z vícevrstvé umělé tkaniny, běžné oceli, nerezové oceli nebo pryže. Materiál pásu musí mít podobě jako u krycích měchů takové vlastnosti, které budeme u konkrétního obráběcího stroje vyžadovat například: odolnost vůči řezným kapalinám, voděodolnost, odolnost vysokým teplotám atd. [11][14][18]



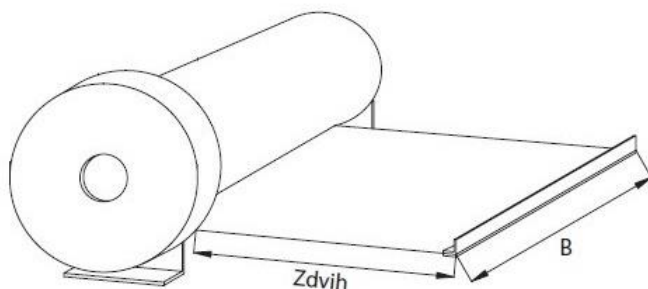
Obr. 22. Roletové kryty [18]

U roletových krytů s vnitřním pružinovým pohonem je pružinový mechanismus umístěn uvnitř navíjecího bubnu. Roletové kryty s vnitřním pružinovým pohonem se vyrábějí s ochranným pouzdem (obr. 23a) nebo bez ochranného pouzdra (obr. 23b). Ochranné pouzdro (kazeta) chrání navíjecí buben před prachem, řeznou kapalinou a ostatními nečistotami. Pro odstranění nežádoucích nečistot se kryty vybavují stěráky, které odstraní nečistoty a zabrání jejich proniknutí do ochranného pouzdra. Roletové kryty vybavené ochrannými pouzdry mají výrazně delší životnost v náročných prostředích než roletové kryty bez ochranných pouzder. Roletové kryty bez ochranného pouzdra jsou vhodné pro použití v nenáročných prostředích, ve kterých se nevyskytují třísky a řezná kapalina. [14][18]



Obr. 23. Roletové kryty s vnitřním pohonem [14]

Roletové kryty s vnějším pružinovým pohonem (obr. 24) mají pružinový mechanismus umístěn vně navíjecího bubnu. Výhody vnějšího pružinového pohonu jsou jeho snadná a rychlá výměna při poškození a menší průměr navíjecího bubnu než u vnitřního pružinového pohonu. [14]

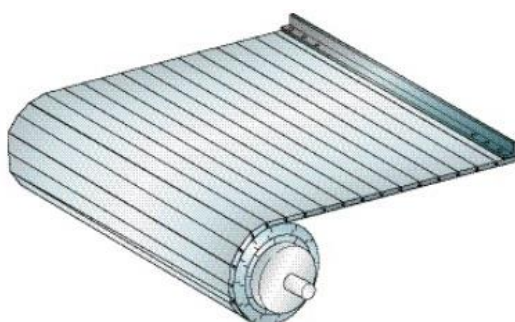


Obr. 24. Roletový kryt s vnějším pohonem [14]

Konkrétní typ vnitřního i vnějšího pružinového pohonu je závislý především na rychlosti s jakou bude pracovat, velikosti (průměr a šířka válce) a počtu zdvihů

(zasunutí – vysunutí). Podle počtu zdvihů, které musí pružinový mechanismus vydržet, se určuje požadovaná životnost pružinového pohonu, kterou udávají výrobci. [14][18]

Roletové kryty se také vyrábí v konstrukčním provedení, kde je tenký pás z oceli nebo umělé tkaniny nahrazen pásem z tažených hliníkových profilů (obr. 25) či pásem z umělé tkaniny na které jsou připevněny hliníkové, ocelové nebo mosazné lišty (obr. 26). Výhodou provedení pásů z tažených hliníkových profilů a pásů z umělé tkaniny s lištami je větší robustnost a pevnost než u tenkých pásů z oceli či umělé tkaniny. [11][14]

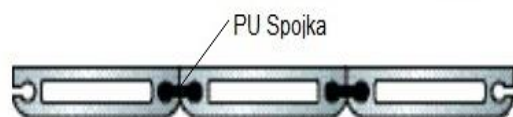


Obr. 25. Pás z hliníkových profilů [19]

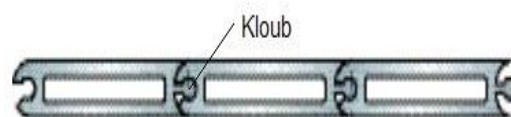


Obr. 26. Pás z umělé tkaniny s lištami [19]

Jednotlivé hliníkové profily jsou mezi sebou spojovány pomocí polyuretanových spojek nebo kloubů. Použití polyuretanových spojek (obr. 27a) zajišťuje úplnou vodotěsnost a odolnost proti řezným kapalinám. Spojení pomocí kloubů (obr. 27b) je díky své robustnosti vhodné pro použití v aplikacích, kde hrozí pád hmotného břemene na kryt. Rolovací kryty z hliníkových profilů je možné vybavit bočním lineárním vedením, které definuje pojezdový prostor a zlepšuje funkčnost krytu. Boční vedení může být vybaveno podélnými stěrači a tím je zabráněno průsaku chladicí kapaliny vedením. [11][14][19]



a) polyuretanovou spojkou

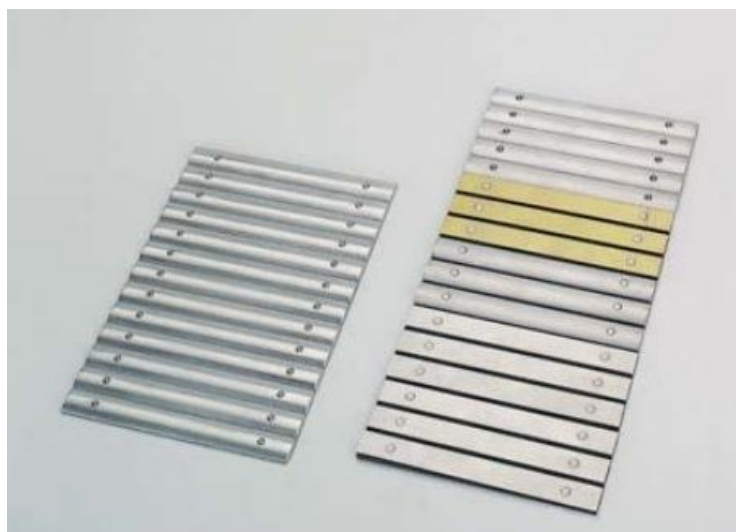


b) kloubem

Obr. 27. Spojení hliníkových profilů [19]

5.1.4. Článekové zástěny

Článekové zástěny (obr. 28) svojí konstrukcí v podstatě vycházejí z roletových krytů, jsou také konstruovány jako pás z hliníkových profilů či pás z nosného materiálu s ochrannými lamelami. Jsou určeny pro jednoduché zakrytování pohyblivých i nepohyblivých částí stroje a zajišťují ochranu proti malému množství třísek a řezné kapaliny. Nejčastěji jsou článekové zástěny používány jako ochranný závěs. Článekové zástěny se upevňují pomocí kovových lišt nebo úhlů, které jsou připevněny na konec zástěny. Výhodná je jejich dobrá pohyblivost, snadná montáž a malá prostorová náročnost. [12][18]



Obr. 28. Článekové zástěny [18]

Článekové zástěny se vyrábí v několika konstrukčních variantách. První varianta je, že se skládají z hliníkových profilů, které jsou mezi sebou spojeny pomocí polyuretanových spojek. Tato varianta je totožná s variantou, která se používá u roletových krytů. Další varianta je, že je článeková zástěna vyrobena z vysoce odolného nosného plastu, který je z jedné případně z obou stran polepen kovovými lamelami, které jsou současně i přinýtovány. Lamely mohou mít plochý nebo vypouklý profil a jsou vyráběny z hliníku, oceli nebo mosazi. Dále mohou článekové zástěny být vyrobeny z vysoce odolných dutých hliníkových profilů, které jsou také lepeny a současně přinýtovány k pásu z nosného materiálu, kterým může být plast nebo nerezový plech. Článekové zástěny je možné vybavit průzory z polykarbonátu nebo z ohebné průhledné folie. [18]

5.1.5. Stěrače

Stěrače neboli stěráky jsou určeny k stírání vodících ploch obráběcích strojů. Zamezují průniku chladících kapalin, třísek, prachu a jiných nečistot k pohybovému ústrojí obráběcího stroje. Stěrače se vyrábějí ve dvou základních provedeních. V prvním případě je stěrač tvořen nosným kovovým rámečkem, na kterém je navulkanizovaný stírací břit ze syntetické pryže (obr. 29). V druhém případě je stěrač tvořen nosným rámečkem, do kterého je volně vložen stírací břit z polyuretanu (obr. 30). Výhodou stěrače s volně vloženým stíracím břitem je snadná a rychlá výměna opotřeбенého stíracího břitu bez nutnosti demontáže nosného rámečku. [11][14][20]



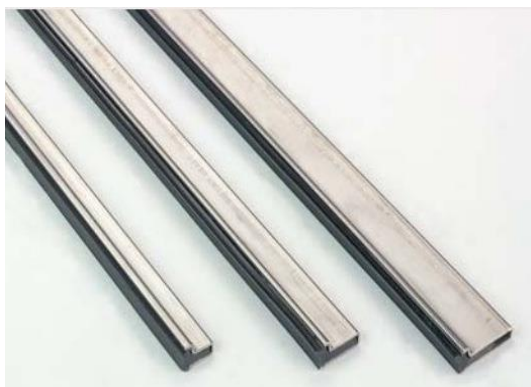
Obr. 29. Navulkanizovaný stírací břit [19]



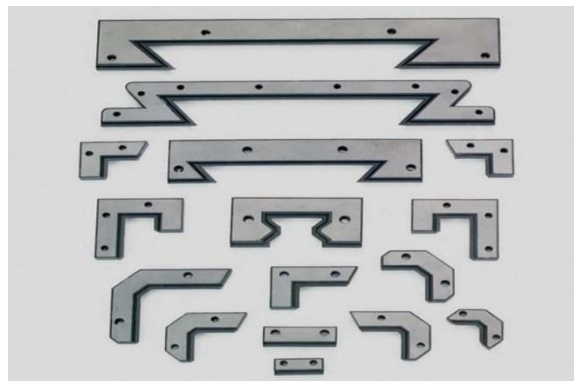
Obr. 30. Volně vložený stírací břit [19]

Stěrače jsou připevněny k pohyblivým částem stroje, jsou pomocí šroubů či pomocí mechanického zámku. Způsob pomocí mechanického zámku se používá zejména u stěračů, které jsou použity u teleskopických krytů. Stěrače z polyuretanu a syntetické pryže jsou odolné proti chladícím kapalinám a olejům, ale mají omezenou odolnost vůči kyselinám, louhu a benzínu. Jako materiály nosných rámečků se používají ocel, nerezová ocel, hliník, mosaz. Důležitou veličinou u stěračů je hodnota předpětí, která se udává v milimetrech. Dlouhodobá teplotní odolnost stěračů je do 100°C a krátkodobá může být až 135°C. [14][20]

Stěrače mohou být vyráběny v závislosti na tvaru stírané plochy, jako rovné profily o jmenovité délce (obr. 31) nebo jako tvarově zakřivené profily přizpůsobené tvaru stírané plochy (obr. 32). Stěrače mohou být vybaveny kovovým předstěrákem, který chrání stírací břit před žhavými třískami, které vznikají při obrábění a mohly by ho poškodit a umožnit tím průniku nečistot do pohybového ústrojí stroje. [14][20]



Obr. 31. Rovné stěrače [20]



Obr. 32. Tvarově zakřivené stěrače [20]

5.1.6. Spirálové kryty

Spirálové kryty (obr. 33) jsou teleskopické pružiny, které se používají pro krytování pohybových šroubů, hřídelí, hydraulických a pneumatických zdvihů a ostatních tyčovitých částí obráběcího stroje. Spirálové kryty poskytují maximální ochranu proti hrubým třískám, pádu těžkých břemen a mají velmi dobré těsnící vlastnosti vůči chladicím kapalinám a olejům. Jsou vysoce odolné vůči vysokým teplotám. Spirálové kryty mají oproti ostatním vnitřním krytům vysokou výkonost a bezpečnost při minimálním požadavku na údržbu. Optimální provozní podmínky spirálového krytu jsou při použití v olejovém (mastném) prostředí. Standardně se používají pro posuvové rychlosti do 40 m/min, speciálně upravené spirálové kryty je možné použít až do 80 m/min. [11][14][21]

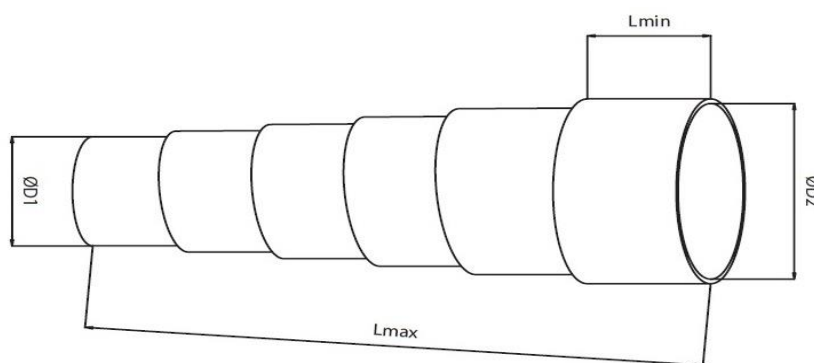


Obr. 33. Spirálový kryt [21]

Spirálové kryty se vyrábí z pásů z pružinové oceli, která má velkou tvrdost ($55^{\circ} - 58^{\circ}$ Rockwella) a mez pevnosti až 1800 MPa. Tloušťka pásu se pohybuje od 0,2 do 1 mm pro standartní provedení. Pro spirálové kryty, které budou trvale vystaveny účinkům chladicí kapaliny s vysokým obsahem vody je vhodné použít nerezovou

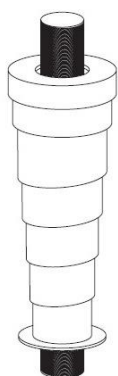
pružinovou ocel. Teleskopické pružiny z nerezové oceli nemohou být vyráběny ve všech velikostech, protože mají omezenou pružnost. [11][14][21]

Spirálové kryty jsou připojeny k pevné a pohyblivé části stroje pomocí jednoduchých centrovacích přírub. Příruby musí umožňovat volný pohyb pružiny, aby nemohlo docházet k zadření pružiny v přírubě, protože se pružina při stlačování a roztahování otáčí. Teleskopická pružina má tvar komolého kužele (obr. 34). [14][21]

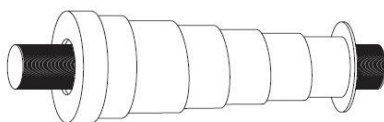


Obr. 34. Tvar teleskopické pružiny [14]

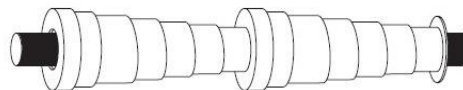
Spirálové kryty se používají ve vertikální (obr. 35a) a horizontální poloze (obr. 35b). Ve vertikální poloze pružiny lze dosáhnout podstatně větší roztahné délky než při horizontální poloze. Pružiny ve vertikální poloze mají vysokou roztahnou sílu, která zajišťuje perfektní chod. Při vertikální poloze se doporučuje spirálové kryty instalovat větším průměrem v horní části pojezdu. Při horizontální poloze se doporučuje spirálové kryty instalovat tak, aby třísky odletovaly od největšího průměru pružiny k nejmenšímu. U dlouhých zdvihů můžeme zakrytování zajistit pomocí více spirálových krytů zařazených do serie (obr. 35c). [14][21]



a) vertikální



b) horizontální

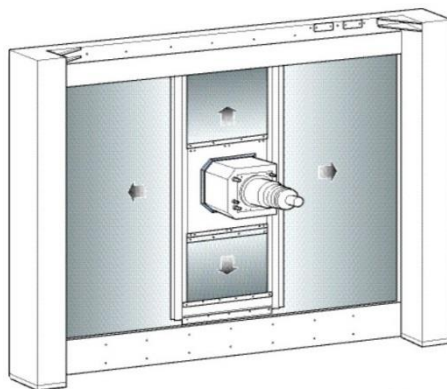


c) sériová

Obr. 35. Polohy spirálových krytů [14]

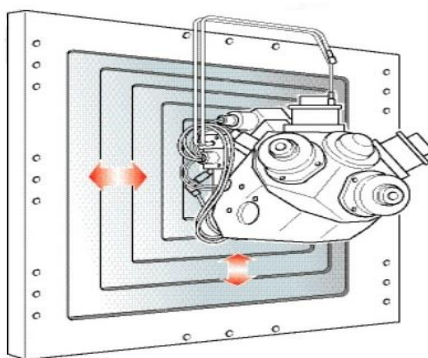
5.2. Kryty pohybující se ve dvou osách

Kryty pohybující se ve dvou osách neboli dvouosé kryty chrání vedení obráběcího stroje ve dvou osách zároveň. Využívají se zejména u obráběcích center. Dvouosý kryt může být konstruován z jednotlivých jednoosých krytů. Klasická konstrukce je tvořena dvěma úzkými a dvěma širokými kryty, které jsou na sebe napojeny. Tento způsob se používá hlavně pro velké posuvy. Pro tento způsob dvouosého krytování se používají roletové kryty (obr. 36) a krycí měchy. [12][19]



Obr. 36. Dvouosý kryt z roletových krytů [19]

Pro střední a malé posuvy se používají dvouosé deskové teleskopické kryty (obr. 37). Tato konstrukce dvouosého krytu je poměrně složitá a drahá, proto není její použití příliš časté. Dvouosé deskové teleskopické kryty jsou tvořeny ocelovými nebo nerezovými plechy, které jsou po obvodě vyztuženy plechovým rámem. V rozích jsou jednotlivé plechy mezi sebou spojeny pomocí mechanismů pro vázaný pohyb. Používá nůžkový mechanismus se širokými rameny. Deskový kryt má čtyři tyto mechanismy, které jsou umístěny v úhlopříčných směrech. Teleskopické deskové kryty lze díky nůžkovým mechanismům se širokými rameny použít pro vysoké posuvové rychlosti až do 150 m/min. [12][16][22]



Obr. 37. Deskový teleskopický kryt [19]

6. Vývoj v oblasti ochranných krytů

V závislosti na vylepšování parametrů moderních obráběcích strojů je potřeba zlepšovat a vyvíjet i ochranné kryty. Vnitřní ochranné kryty jsou součástí obráběcího stroje, která do určité míry ovlivňuje spolehlivou funkci celého stroje, proto je potřeba vnitřní ochranné kryty vyvíjet tak, aby splňovali provozní požadavky a potřeby moderních obráběcích strojů. [23]

Pro konstrukci teleskopických krytů se v současnosti používají ocelové plechy o tloušťce 1,5 až 3 mm, které mají nevýhodu v jejich velké hmotnosti, kvůli které vznikají při velkých posuvových rychlostech a zrychleních, velké setrvačné síly. Proto se nabízí použití jiných materiálů. Jsou vyvíjeny různé typy lehkých sendvičových materiálů plněných plasty, kovovými pěny nebo strukturami. Tyto materiály mají potenciál splnit požadavky náročných aplikací. Nevýhodou těchto materiálů je vysoká náročnost jejich zpracování a jejich vysoká cena. Proto se budou využívat nejdříve u náročných aplikací, kde je vyšší cena krytu opodstatněná.[23][24]

U vnějších ochranných krytů se vývoj zaměřuje především na zvyšování bezpečnosti. Dále se vývoj zaměřuje také na design vnějších krytů (viz. kapitola 4.6), které z velké části tvoří celkový design obráběcího stroje. Při konstrukci kapotáží se stále více uplatňuje použití modulárního systému krytování (viz. kapitola 4.5).

V oblasti vývoje ochranných krytů se využívá nejrůznějších počítačových simulací a modelů. S jejichž pomocí můžeme provádět výpočtové analýzy různých parametrů krytů jako například pevnostní a deformační výpočet či výpočet pasivních odporů krytů. Nejčastěji se využívají počítačové modely založené na metodě konečných prvků. [23]

7. Shrnutí

Při návrhu nejvhodnějšího řešení zakrytování stroje musíme vzít do úvahy několik důležitých parametrů. Při návrhu vnějšího krytování je potřeba nejprve stanovit bezpečnostní kritéria jestli je potřeba chránit pouze obsluhu nebo i okolí stroje. Důležitými parametry jsou také velikost stroje a velikost obrobků a druh obráběcího procesu. Standardně velké obráběcí stroje a centra je vhodné zakrytovat pomocí kapotáže, která může být úplná či snížená. Plná kapotáž zajišťuje úplnou ochranu obsluhy a okolí stroje před doprovodnými vlivy obráběcího procesu. Snížená úplnou ochranu nezajišťuje, ale zase nabízí lepší možnosti manipulace s rozměrným obrobkem. Snížená se od úplné liší pouze v absenci zastřešení. Z finančního hlediska je třeba také posoudit, jestli není dostačující použít sníženou nebo částečnou kapotáž.

Pro velké stroje, například pro vodorovné frézovací a vyvrtávací stroje je z více hledisek (cena, rozměry obrobků) nevhodné k zakrytování použít kapotáže. Tyto stroje je vhodné opatřit obslužnou plošinou, která bude vybavena kabinou. Kabina poskytuje obsluze maximální ochranu před doprovodnými vlivy obrábění. Je-li potřeba chránit i okolí těchto strojů je možné je vybavit vozenou kabinou, která je vozená na saních stolu stroje a zajišťuje nám částečnou ochranu okolí stroje. Další potenciálně nebezpečné části stroje jako jsou zásobníky nástrojů a elektrické části pod napětím je možné krytovat pomocí ochranných plotů, které zamezí přístupu obsluhy do těchto částí za chodu stroje.

Při volbě nejvhodnějšího vnitřního krytování musíme brát ohled na několik důležitých parametrů. Nejdůležitějším parametrem je posuvová rychlost pohybové osy, dalším důležitým parametrem je pracovní prostředí, v kterém bude vnitřní kryt pracovat. Dále při volbě vnitřního krytu musíme brát ohled na tvar a velikost pohybové osy. Při volbě vnitřního ochranného krytu by mělo být posouzeno i riziko možného pádu těžšího břemene na ochranný kryt.

8. Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo provést rešerši a přehled ochranných krytů používaných v oblasti stavby obráběcích strojů. V práci byl proveden kompletní přehled ochranných krytů, které byly rozděleny dle jejich vlastností a způsobů použití na jednotlivých skupinách obráběcích strojů. V práci je také hodnocen současný stav a vývoj v oblasti ochranných krytů. Ochranné kryty byly rozděleny na dvě hlavní skupiny, vnější a vnitřní.

Kapitola 4 se zabývá popisem vnějších ochranných krytů, které tvoří velmi důležitou část obráběcího stroje. Vnější kryty oddělují vnější okolí stroje od pracovního prostoru a chrání tak obsluhu před doprovodnými jevy obrábění (odletující třísky, rozstříkující se chladicí kapalina) a zamezují přístupu obsluhy k nebezpečným částem stroje. V kapitole 4 jsou popsány všechny vlastnosti a parametry jednotlivých vnějších krytů.

V kapitole 4.5 je popsán modulární systém krytování, který nabízí možnost sestavení vnějšího krytování z určitého počtu základních tvarových panelů. Kapitola 4.6 je zaměřena na design, který dnes tvoří důležitou součást obráběcího stroje.

Kapitola 5 se zabývá popisem vnitřních ochranných krytů, které oddělují pracovní prostor stroje od vnitřních pohybových mechanismů a zabraňují průniku třísek, chladicí kapaliny a nečistot do pohybových mechanismů obráběcího stroje. Vnitřní ochranné kryty se rozdělují na dvě hlavní skupiny, kryty pohybující se v jedné ose a kryty pohybující se ve dvou osách. V kapitole 5 jsou popsány všechny vlastnosti a parametry jednotlivých vnitřních krytů. V kapitole 6 je shrnut vývoj v oblasti ochranných krytů obráběcích strojů.

Práce může sloužit jako celkový přehled ochranných krytů používaných při stavbě obráběcích strojů a může být konstruktérem použita jako pomůcka při hledání nejvhodnějšího řešení zakrytování obráběcího stroje.

Na práci by mohlo být navázáno návrhem ochranného krytování pro konkrétní obráběcí stroj.

Literatura

- [1] MAREK, J., a kol. *Konstrukce CNC obráběcích strojů*. Vyd. 2, přeprac., rozš. Praha: MM publishing, 2010, 420 s. ISBN 978-80-254-7980-3.
- [2] ČSN EN ISO 13857. *Bezpečnost strojních zařízení: Bezpečné vzdálenosti k zamezení dosahu k nebezpečným místům horními a dolními končetinami*. Praha: Český normalizační institut, 2008.
- [3] HESTEGO a. s. [online]. [cit. 2012-11-19]. Dostupné z: <http://www.hestego.cz/krytovani-stroju/kapotaze-stroju/>
- [4] TRATEC-CS s.r.o., Velký Šenov-Malý Šenov: Prezentace TRATEC-CS. [B. r.].
- [5] TRATEC-CS s.r.o., Velký Šenov-Malý Šenov: Návod k obsluze a montáž zvedacího zařízení VIPE k obráběcímu stroji WRD. [B. r.].
- [6] TRATEC-CS s.r.o. [online]. [cit. 2012-11-19]. Dostupné z: <http://www.tratec.cz/vyroba/obslužne-plosiny-a-krytovani-stroju/obslužne-plosiny-pro-obrabeci-centra/>
- [7] TOS Varnsdorf a. s., Varnsdorf: TECHNICKÁ NABÍDKA VÝROBKU – Vodorovný frézovací a vyvrtávací stroj WHN(Q) 13/15 CNC. [B. r.].
- [8] SULITKA, M., VOSOLSOBĚ, J. Modulární systém krytování obráběcích strojů. *MM Průmyslové spektrum* [online]. Praha: MM publishing s.r.o, 2011 [cit. 2012-11-19]. ISSN 1212-2572. Dostupné z: <http://www.mmspektrum.com/clanek/modularni-system-krytovani-obrabecich-stroju.html>
- [9] HESTEGO a. s. [online]. [cit. 2012-11-19]. Dostupné z: <http://www.hestego.cz/krytovani-stroju/kapotaze-stroju/modulabrni-system/>
- [10] SULITKA, M. Design a ergonomie strojů. In: *Sborník k bloku přednášek: Obráběcí stroje a technologie na EMO Hannover 2011*. Praha: Společnost pro obráběcí stroje, o.s., 2012, s. 8. ISBN 978-80-904077-4-9.
- [11] KNOFLÍČEK, R., HAMPL, Š. Vlastnosti a konstrukce krytování pohyblivých částí obráběcích strojů. *MM Průmyslové spektrum* [online]. Praha: MM publishing s.r.o, 2005 [cit. 2013-03-24]. ISSN 1212-2572. Dostupné z: <http://www.mmspektrum.com/clanek/vlastnosti-a-konstrukce-krytovani-pohyblivych-casti-obrabecich-stroju.html>
- [12] HUDEC, J. Krytování pohybových os obráběcích strojů. *MM Průmyslové spektrum* [online]. Praha: MM publishing s.r.o, 2005 [cit. 2013-03-24]. ISSN 1212-2572. Dostupné z: <http://www.mmspektrum.com/clanek/krytovani-pohybovych-os-obrabecich-stroju.html>
- [13] HESTEGO a. s. [online]. [cit. 2013-03-24]. Dostupné z: <http://www.hestego.cz/krytovani-stroju/teleskopicke-kryty/>

[14] HENNLICH s.r.o., Litoměřice: Katalog Hennlich krytování. [B. r.]

[15] HESTEGO a. s. [online]. [cit. 2013-03-24]. Dostupné z: http://www.hestego.cz/fileadmin/user_upload/produkty/teleskopicke_kryty/teleskop_kryty_cz.pdf

[16] HAMPL, Š. Parametry krytů vedení obráběcích strojů. *MM Průmyslové spektrum* [online]. Praha: MM publishing s.r.o, 2006 [cit. 2013-03-24]. ISSN 1212-2572. Dostupné z: <http://www.mmspektrum.com/clanek/parametry-krytu-vedeni-obrabecich-stroju.html>

[17] HESTEGO a. s. [online]. [cit. 2013-04-02]. Dostupné z: http://www.hestego.cz/fileadmin/user_upload/produkty/kryci_mechy/kryci_mechy_cz.pdf

[18] HESTEGO a. s. [online]. [cit. 2013-04-02]. Dostupné z: http://www.hestego.cz/fileadmin/user_upload/produkty/roletove_kryty/roletove_kryty_cz.pdf

[19] P.E.I. GmbH. [online]. [cit. 2013-04-02]. Dostupné z: <http://www.veemtrading.cz/katalogy/pei/P.E.I.-kompletni-katalog.pdf>

[20] HESTEGO a. s. [online]. [cit. 2013-04-16]. Dostupné z: http://www.hestego.cz/fileadmin/user_upload/produkty/stiraci_system/sterace_cz.pdf

[21] HESTEGO a. s. [online]. [cit. 2013-04-16]. Dostupné z: http://www.hestego.cz/fileadmin/user_upload/produkty/teleskopicke_pruziny/teleskopicke_pruziny_cz.pdf

[22] HAMPL, Š. Mechanizmy pro vázaný pohyb teleskopických krytů. *MM Průmyslové spektrum* [online]. Praha: MM publishing s.r.o, 2006 [cit. 2013-04-16]. ISSN 1212-2572. Dostupné z: <http://www.mmspektrum.com/clanek/mechanizmy-pro-vazany-pohyb-teleskopickych-krytu.html>

[23] HUDEC, J., KOLÁŘ, P., VOSOLSOBĚ, J. Inovace v oblasti krytování pohybových os obráběcích strojů. *MM Průmyslové spektrum* [online]. Praha: MM publishing s.r.o, 2009 [cit. 2013-05-07]. ISSN 1212-2572. Dostupné z: <http://www.mmspektrum.com/clanek/inovace-v-oblasti-krytovani-pohybovych-os-obrabecich-stroju.html>

[24] HUDEC, J., SULITKA, M. Krytování, kapotáže, design a ergonomie strojů. In: *Sborník k bloku přednášek: Obráběcí stroje a technologie na EMO Milano 2009*. [online]. Praha: Společnost pro obráběcí stroje, o.s., 2010. ISBN 978-80-904077-2-5. Dostupné z: http://www.czspos.cz/akce/20100225.emo2009/sbornik_final_maly.pdf